

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月30日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-022088  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-022088]

出願人 キヤノン株式会社  
Applicant(s): 株式会社日立製作所  
株式会社アドバンテスト

2003年 8月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号 出証特2003-3062445

【書類名】 特許願

【整理番号】 226011

【提出日】 平成15年 1月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 マルチ荷電ビームレンズ

【請求項の数】 1

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 長永 兼一

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 小野 治人

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

    【氏名】 中山 義則

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバンテスト内

    【氏名】 高桑 真樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

## 【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

## 【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチ荷電ビームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マルチ荷電ビームレンズであって、

荷電ビームを通す複数の開口をそれぞれ有する少なくとも 3 枚の電極基板と、  
前記少なくとも 3 枚の電極基板のうち共通電位が与えられる少なくとも 2 枚の  
電極基板を連結する連結部と、

を備え、前記連結部は、前記少なくとも 3 枚の電極基板のうち前記共通電位と  
異なる電位が与えられる電極基板に接触しないように配置されていることを特徴  
とするマルチ荷電ビームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチ荷電ビームレンズ、荷電ビーム露光装置及びデバイス製造方  
法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体デバイスの生産において、電子ビーム露光技術は  $0.1\ \mu\text{m}$  以下の微細  
パターン露光を可能とするリソグラフィの有力候補として脚光を浴びており、い  
くつかの方式がある。例えば、いわゆる一筆書きでパターンを描画する可変矩形  
ビーム方式がある。しかし、この方式は、スループットが低く量産用露光装置と  
しては課題が多い。スループットの向上を図るものとしては、ステンシルマスク  
に形成したパターンを縮小転写する図形一括露光方式が提案されている。この方  
式は、繰り返しの多い単純パターンには有利であるが、ロジック配線層等のラン  
ダムパターンではスループットの点で課題が多く、実用化に際して生産性向上の  
妨げが大きい。

【0 0 0 3】

これに対して、マスクを用いずに複数本の電子ビームで同時にパターンを描画  
するマルチビームシステムの提案がなされており、物理的なマスク作製や交換を

なくし、実用化に向けて多くの利点を備えている。電子ビームをマルチ化する上で重要となるのが、アレイ状に配置された電子レンズの数である。すなわち、電子レンズの数により電子ビームの数が決まるので、電子レンズの数がスループットを決定する大きな要因となる。このためレンズの小型化及び高密度化を進めながら如何にレンズ性能を高めていくかが、マルチビーム型露光装置の性能向上における重要なファクターのひとつとなる。

#### 【0 0 0 4】

電子レンズには電磁型と静電型がある。静電型は、磁界型に比べて、コイルコア等を設ける必要がなく構成が容易であるので、小型化に有利であると言える。ここで、静電型の電子レンズ（静電レンズ）に関する主な従来技術を以下に示す。

#### 【0 0 0 5】

A.D. Feinerman等（J. Vac. Sci. Technol. A 10(4), p611, 1992）は、マイクロメカニクス技術により作製した電極をS iの結晶異方性エッチングにより作製したV溝とファイバとを陽極接合することで、静電単一レンズである3枚の電極からなる3次元構造体を形成することを開示している。S iには、メンブレン枠とメンブレンと該メンブレンに電子ビームが通過する開口を設ける。また、K. Y. Lee等（J. Vac. Sci. Technol. B12 (6), p3425, 1994）は、陽極接合法を利用してS iとパイレックス（登録商標）ガラスが複数積層して接合された構造体を開示するもので、アライメントされたマイクロカラム用電子レンズを作製する。また、Sasaki（J. Vac. Sci. Technol. 19, 963 (1981)）は、レンズ開口配列を有する3枚電極でアインツェルレンズ配列にした構成を開示する。このように構成した静電型レンズでは、一般的に3枚の電極のうち中央の電極に電圧を印加し、他の2枚を接地することでレンズ作用を得ることができる。

#### 【0 0 0 6】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例において電極を組み合わせる電子レンズを構成する際、Feinerman等の方法ならびにLee等の方法では、電極作製のプロセス装置の他に、新たに陽極接合装置を必要とする。Sasakiの方法では、電極を組み合わせ

て電子レンズを構成する方法の詳細が明らかではない。

#### 【0007】

また、電極を接着する事により小型化を進めた場合、図16に示すように、電極1同士を絶縁体5を挟んで接着剤2で固定すると、一般に絶縁体5よりも接着剤2の絶縁耐圧が低いことから、接着剤2において絶縁破壊が起こる可能性があり、これが静電レンズの動作電圧の低下をもたらしうる。

#### 【0008】

本発明は、以上の背景に鑑みてなされたものであり、例えば、複数枚の電極基板を組み立てるための部材における絶縁破壊の問題を解決することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の1つの側面は、マルチ荷電ビームレンズに関する。本発明のマルチ荷電ビームレンズは、荷電ビームを通す複数の開口をそれぞれ有する少なくとも3枚の電極基板と、前記少なくとも3枚の電極基板のうち共通電位（例えば、接地電位）が与えられる少なくとも2枚の電極基板を連結する連結部とを備えて構成されうる。ここで、前記連結部は、前記少なくとも3枚の電極基板のうち前記共通電位と異なる電位（例えば、負電位）が与えられる電極基板に接触しないように配置されうる。このような構成によれば、前記連結部を介した絶縁破壊が起こらないという有利な効果が得られる。

#### 【0010】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記連結部は、接着剤を含んでもよいし、固体部材と、前記固体部材と前記共通電位が与えられる前記少なくとも2枚の電極基板とを接着する接着剤とを含んでもよい。前者は、例えば、連結すべき電極基板の間隔が小さい場合に特に有用であり、後者は、連結すべき電極基板の間隔が大きい場合に特に有用である。

#### 【0011】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記マルチ荷電ビームレンズは、前記少なくとも3枚の電極基板を相互に位置決めするように前記少なくとも3枚の電極

基板の間に配置された絶縁体を更に備えることが好ましい。この場合において、前記少なくとも 3 枚の電極基板は、位置決め用の溝を有し、前記絶縁体は、前記溝に配置されることが好ましい。このような構成によれば、例えば、前記連結部と前記絶縁体とによって前記少なくとも 3 枚の電極基板が組み立てられうるので、組立作業が容易になる。

#### 【0 0 1 2】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記連結部は、導電性材料で構成されることが好ましい。この場合、例えば、前記連結部で連結された前記少なくとも 2 枚の電極基板のいずれかに導線を接続することにより、前記少なくとも 2 枚の電極基板に共通電位を与えることができる。

#### 【0 0 1 3】

本発明の第 2 の側面は、荷電ビーム露光装置に関し、該装置は、上記のマルチ荷電ビームレンズを備え、前記マルチ荷電ビームレンズからの荷電ビームにより基板にパターンを描画するように構成される。このような荷電ビーム露光装置は、前記マルチ荷電ビームレンズの絶縁性能が高いので、高い信頼性を有する。

#### 【0 0 1 4】

本発明の第 3 の側面は、デバイス製造方法に関し、該方法は、感光剤が塗布された基板に上記の荷電ビーム露光装置でパターンを描画する工程と、パターンが描画された基板を現像する工程とを含む。

#### 【0 0 1 5】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

#### 【0 0 1 6】

##### [第 1 の実施の形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を模式的に示す断面図である。このマルチ荷電ビームレンズ 1 0 0 は、3 枚の電極基板 1 a、1 b、1 c を絶縁体 5 を介して配置した構造を有する。3 枚の電極基板 1 a、1 b、1 c には、それぞれ組立用の溝（位置決め部）4 a、4 b、4 c が形成されており、これらの溝 4 a、4 b、4 c 間に絶縁体 5 を配置することにより、



3枚の電極基板1a、1b、1cが互いに位置決めされる。この実施の形態では、上部電極基板1a、中間電極基板1b、下部電極基板1cのうち上部電極基板1aと下部電極基板1cとに同一電位（共通電位）が与えられる。そして、マルチ荷電ビームレンズ100は、同一電位が与えられる上部電極基板1aと下部電極基板1cとが、連結部2によって連結されることにより組み立てられている。

#### 【0017】

ここで、連結部2は、中間電極基板1bに接触しないように配置される。このような構成によれば、連結部2には電位差が印加されないため、電極基板を連結するための部材における絶縁破壊の問題が解決される。連結部2は、例えば、接着剤のみによって構成されてもよいし、固体部材と、該固体部材と上部電極基板1a及び下部電極基板1cとを接着する接着剤とによって構成されてもよいし、上部電極基板1aと下部電極基板1cとを機械的に連結する部材で構成されてもよい。しかしながら、連結すべき電極基板の間隔が小さい場合（例えば、接着剤によって十分に連結することができる程度に小さい場合）には、組立の容易性及び構造の簡略化の観点において、連結部2は、接着剤のみで構成されることが好ましい。

#### 【0018】

中間電極基板1bには、図1に示すように、典型的には、上部電極基板1a及び下部電極基板1cの電位に対して負の電位が与えられる。

#### 【0019】

この実施の形態では、マルチ荷電ビームレンズ100は、3枚の電極基板で構成されているが、電極基板の枚数は、3枚に限られるものではなく、他の枚数であってもよい。また、この場合において、複数の電極基板の配列における少なくとも両端の2枚の電極基板（すなわち、最上部の電極基板と最下部の電極基板）に同一電位が与えられる構造が望ましく、このような構造によれば、電極基板間に絶縁体を配置するとともに両端の2枚の電極基板を連結部で連結することにより、全ての電極基板を固定することができる。

#### 【0020】

次に、図2を参照しながら図1に示す各電極基板1a、1b、1cの作製方法

を説明する。まず、図2 (a) に示す工程でシリコンウエハ6を用意し、図2 (b) に示す工程で、シリコンウエハ6の表面にレジストをスピンコート等により塗布し、その後、露光工程及び現像工程によってレジストをパターニングし、マスク7を形成する。次いで、図2 (c) に示す工程で、マスク7として、SF6ガス等のエッチングガスを使用したドライエッチング（異方性エッチング）により、シリコンウエハ6にレンズ開口3（3a、3b、3c）と組立用の溝4（4a、4b、4c）を形成し、その後、レジスト7を除去する。次いで、図2 (d) に示す工程で、スパッタリングにより少なくともシリコンウエハ6のレンズ開口3の内壁とその周辺部分、好ましくは、シリコンウエハ6の全面（レンズ開口3の内壁を含む）にAu等の導電材料を成膜して、これにより導電体膜8を形成する。

#### 【0021】

ここで、中間電極基板1b、すなわち連結部2によって連結される電極基板以外の電極は、連結部2に接触しないように形状及び／又は寸法が決定される。典型的には、中間電極1bは、その外周端が、連結部2に接触しないように、上部電極基板1a及び下部電極基板1cよりも小さい寸法にされうる。

#### 【0022】

次に、上記のようにして作製された電極基板1a、1b、1cの組立工程について説明する。組立工程では、上部電極基板1aの溝4aと中間電極基板1bの溝4bとの間、及び、中間電極基板1bの溝4bと下部電極基板1cの溝4cとの間にそれぞれ絶縁体5を配置し、その後、同一電位が与えられうる上部電極1aと下部電極1cとを接着剤等の連結部2によって連結する。この組立工程により、図1に示すマルチ荷電ビームレンズ100が得られる。

#### 【0023】

なお、3枚以上の電極基板でマルチ荷電ビームレンズを構成する場合においても、上記と同様の方法を適用してマルチ荷電ビームレンズを作製することができる。

#### 【0024】

図1に示すマルチ荷電ビームレンズ100では、上部電極基板1a及び下部電

極基板 1 c が接地され、中間電極基板 1 b に負電圧が印加されることにより、電子ビーム等の荷電ビームに対するレンズ作用を得ることができる。ここで、連結部 2 を導電性材料（例えば、導電性の接着剤）で構成した場合は、上部電極基板 1 a 及び下部電極基板 1 c のいずれか一方にのみ導線を接続すればよいので、配線が簡略化されうる。

#### 【0025】

なお、図 1 に示す模式的な断面図においては、5 つの電子レンズが示されているが、電子レンズは、一次元又は 2 次元において設計仕様に応じた個数だけ配置されうる。典型的なマルチ荷電ビームレンズにおいては、数 100 ～ 数 1000 個の電子レンズが 2 次元状に配置されうる。

#### 【0026】

次に、上記の方法により製造されうるマルチ荷電ビームレンズの応用例として、本発明の好適な実施の形態の電子ビーム露光装置（描画装置）について説明する。なお、以下の例は、荷電ビームとして電子ビームを採用した露光装置であるが、本発明は、荷電ビームとしてイオンビーム等の他の種類のビームを使用する露光装置にも適用することができる。

#### 【0027】

図 3 は、本発明の好適な実施の形態の電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図 3 において、電子発生器としての電子銃 501 は、カソード 501 a、グリッド 501 b、アノード 501 c を含んで構成され、カソード 501 a から放射された電子は、グリッド 501 b とアノード 501 c との間でクロスオーバー像を形成する。以下では、このクロスオーバー像を電子源と呼ぶことにする。

#### 【0028】

この電子源から放射される電子は、前側焦点位置が電子源位置に一致するように配置されたコンデンサーレンズ 502 によって略平行な 1 本の電子ビームとなる。コンデンサーレンズ 2 は、例えば、2 つの電子レンズ 521、522 で構成されうる。コンデンサーレンズ 2 から出る略平行な電子ビームは、補正電子光学系アレイ（補正電子光学系）503 に入射する。

#### 【0029】

要素電子光学系アレイ 503 は、上記の製造方法を適用して作製されうるマルチ荷電ビームレンズをその構成要素として含む。なお、要素電子光学系アレイ 503 は、後述するように、図 1 に簡略化して示されているマルチ荷電ビームレンズの他、アパーチャアレイ、ブランカーアレイ、要素電子光学系アレイユニット、ストッパーアレイ等を含んで構成されうる。

#### 【0030】

補正電子光学系アレイ 503 は、2次元状に配置された複数の電子レンズ（要素電子光学系）を含み、これらによって電子源の中間像を複数個形成する。各中間像は、後述する縮小電子光学系 504 によってウエハ 505 上に縮小投影される。ここで、ウエハ 505 上に投影される複数の電子源像のウエハ 505 上における間隔がウエハ 505 上における該電子源像の大きさの整数倍になるように、補正電子光学系アレイ 503 の複数の電子レンズが配置されている。更に、補正電子光学系アレイ 503 は、縮小電子光学系 504 の像面湾曲を補正することができる位置に複数の中間像を形成するとともに、複数の中間像が縮小電子光学系 504 によってウエハ 505 上に縮小投影される際に発生する収差を予め補正するように構成されている。

#### 【0031】

縮小電子光学系 504 は、第 1 投影レンズ 541 と第 2 投影レンズ 542 とからなる対称磁気タブレット、及び、第 1 投影レンズ 543 と第 2 投影レンズ 544 とからなる対称磁気タブレットで構成される。第 1 投影レンズ 541（543）の焦点距離を  $f_1$ 、第 2 投影レンズ 542（544）の焦点距離を  $f_2$  とすると、第 1 投影レンズ 541（543）と第 2 投影レンズ 542（544）との距離は、 $f_1+f_2$  になっている。光軸（電子光学系の軸）AX 上の物点は、第 1 投影レンズ 541（543）の焦点位置にあり、その像点は第 2 投影レンズ 542（544）の焦点位置にある。この像は  $-f_2/f_1$  に縮小される。また、第 1 投影レンズ 541（543）と第 2 投影レンズ 542（544）のレンズ磁界が互いに逆方向に作用する様に決定されているので、理論上は、球面収差、等方性非点収差、等方性コマ収差、像面湾曲収差、軸上色収差の 5 つの収差を除いて、他のザイデル収差および回転と倍率に関する色収差が打ち消される。

**【0032】**

偏向器506は、要素電子光学系アレイ503とウエハ505との間において複数の電子ビームを一括して偏向させて、複数の電子源像を共通の変位量でウエハ505上においてx、y方向に変位させる偏向器である。偏向器506は、例えば、広い偏向幅で複数の電子ビームを偏向させる主偏向器と、狭い偏向幅で複数の電子ビームを偏向させる副偏向器で構成される。典型的には、主偏向器は電磁型偏向器で、副偏向器は静電型偏向器である。

**【0033】**

ダイナミックフォーカスコイル507は、偏向器506を作動させた際に発生する偏向収差による電子源像のフォーカス位置のずれを補正する。ダイナミックスティグコイル508は、ダイナミックフォーカスコイル507と同様に、偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正する。

**【0034】**

感光剤が塗布されたウエハ（基板）505は、 $\theta$ -Zステージ509上に載置される。 $\theta$ -Zステージ509は、ウエハ505を光軸AX（Z軸）方向及びZ軸回りの回転方向に移動することができるよう構成されうる。 $\theta$ -Zステージ509上には、ステージ基準板513とファラデーカップ510が配置されうる。また、 $\theta$ -Zステージ509は、XYステージ511上に搭載されている。

**【0035】**

次に、図4を参照しながら補正電子光学系アレイ503について説明する。図4（A）は、電子銃1側から見た補正電子光学系アレイであり、図4（B）は、図4（A）におけるAA'断面図である。

**【0036】**

補正電子光学系アレイ503は、光軸AXに沿って、電子銃1側から順に配置された、アパーチャアレイAA、ブランカーアレイBA、マルチ荷電ビームレンズML、要素電子光学系アレイユニットLAU、ストッパーアレイSAを含んで構成されうる。

**【0037】**

アパーチャアレイAAは、複数の開口が形成された基板であり、コンデンサーレ

レンズ502からの略平行な電子ビームを複数の電子ビームに分割する。ブランクアレイBAは、アパーチャアレイAAで分割された複数の電子ビームを個別に偏向させる複数の偏向器が配列された基板である。ブランクアレイBAに形成された複数の偏向器の1つが図5に示されている。図5において、基板31に開口APが形成され、開口APを挟むように一对の電極32が配置されている。一对の電極32は、電子ビームを偏向させる機能を有し、ブランキング電極（ブランカー）と呼ばれる。基板上301には、各ブランキング電極32を個別にon/offさせるための配線(W)が形成されている。

#### 【0038】

図4に戻り、マルチ荷電ビームレンズMLは、補正電子光学系アレイ503において、電子ビーム（荷電ビーム）の収束作用を大きくするために有用である。

#### 【0039】

要素電子光学系アレイユニットLAUは、第1電子レンズアレイLA1、第2電子レンズアレイLA2、第3電子レンズアレイLA3、第4電子レンズアレイLA4で構成される。これらの電子レンズアレイLA1～LA4は、同一平面内に複数の電子レンズが2次元配列された電子レンズアレイである。

#### 【0040】

図6は、第1電子レンズアレイLA1を説明する図である。第1電子レンズアレイLA1は、それぞれ複数の開口電極が配列された上部電極基板UE、中間電極基板CE、下部電極基板LEの3枚から成るマルチ静電レンズである。光軸AX方向に並ぶ1組の上部開口電極（上部電極基板USの開口電極）、中間開口電極（中間電極基板CEの開口電極）、下部開口電極（下部電極基板LEの開口電極）で一つの電子レンズEL（いわゆるユニポテンシャルレンズ）が構成されている。この実施の形態では、上部電極基板UE及び下部電極基板LEに形成された全ての開口電極に同一電位（電子ビームの加速電位）が与えられる。一方、中間電極基板CEについては、y方向に並ぶ開口電極（x座標が共通の開口電極）が共通の配線(W)で接続され、共通の電位が与えられる。このような構造により、後述するLAU制御回路12により、y方向の列内の中間電極を同一電位に設定し、y方向の列ごとに開口電極の電位を個別に設定することができる。すなわち、

y 方向の列内の電子レンズの光学特性（焦点距離）は略同一に設定され、各列の電子レンズの光学特性（焦点距離）は個別に設定されうる。言い換えると、この実施の形態では、y 方向の 1 つの列内の電子レンズを一つのグループとして、2 次元配列された電子レンズをグループ化している。

#### 【0041】

図 7 は、第 2 電子レンズアレイ LA 2 を説明する図である。第 2 電子レンズアレイ LA 2 が第 1 電子レンズ系アレイ LA 1 と異なる部分は、中間電極基板 CE の構成である。すなわち、第 2 電子レンズアレイ LA 2 では、x 方向の各行を 1 つのグループとして、各行内の中間開口電極を共通の配線（W）で接続している。このような構造により、後述する LAU 制御回路 12 により、x 方向の行内の開口電極を同一電位に設定し、x 方向の行ごとに開口電極の電位を個別に設定することができる。すなわち、x 方向の列内の電子レンズの光学特性（焦点距離）は略同一に設定され、各列の電子レンズの光学特性（焦点距離）は個別に設定されうる。

#### 【0042】

第 3 電子レンズアレイ LA 3 は、第 1 電子レンズアレイ LA 1 と同様の構造を有し、第 4 電子レンズアレイ LA 4 は、第 2 電子レンズアレイ LA 2 と同様の構造を有する。

#### 【0043】

次に、図 8 を参照しながら電子ビームが要素電子光学系アレイ 503 の要素電子光学系から受ける作用について説明する。アパーチャアレイ AA によって分割された電子ビーム EB 1、EB 2 は、ブランカーアレイ BA に形成された互いに異なるブランキング電極を介して、要素電子光学系アレイユニット LAU に入射する。電子ビーム EB 1 は、第 1 電子レンズアレイ LA 1 の電子レンズ EL 11、第 2 電子レンズアレイ LA 2 の電子レンズ EL 21、第 3 電子レンズアレイ LA 3 の電子レンズ EL 31、第 4 電子レンズアレイ LA 4 の電子レンズ EL 41 を介して、電子源の中間像 img1 を形成する。一方、電子ビーム EB 2 は、第 1 電子レンズアレイ LA 1 の電子レンズ EL 12、第 2 電子レンズアレイ LA 2 の電子レンズ EL 22、第 3 電子レンズアレイ LA 3 の電子レンズ EL 32、第 4 電

子レンズアレイ LA 4 の電子レンズ EL 4 2 を介して、電子源の中間像 img2 を形成する。

#### 【0044】

その際、前述したように、第 1、3 電子レンズアレイ LA 1 において x 方向に並んでいる電子レンズは、互いに異なる焦点距離になるように設定され、第 2、4 電子レンズアレイ LA 1 において x 方向に並んでいる電子レンズは、同一の焦点距離になるように設定されている。更に、電子ビーム EB 1 が通過する電子レンズ EL 1 1、電子レンズ EL 2 1、電子レンズ EL 3 1、電子レンズ EL 4 1 の合成焦点距離と、電子ビーム EB 2 が通過する電子レンズ EL 1 2、電子レンズ EL 2 2、電子レンズ EL 3 2、電子レンズ EL 4 2 の合成焦点距離が略等しくなるように、各電子レンズの焦点距離が設定されている。これにより、電子源の中間像 img1 と img2 とは略同一の倍率で形成される。また、各中間像が縮小電子光学系 5 0 4 を介してウエハ 5 0 5 に縮小投影される際に発生する像面湾曲を補正するように、その像面湾曲に応じて中間像 img1 と img2 が形成される光軸 AX 方向の各位置が決定されている。

#### 【0045】

また、電子ビーム EB 1、EB 2 は、通過するブランキング電極に電界が印加されると、図 8 中の破線のようにその軌道を変え、ストッパーアレイ SA の各電子ビームに対応した開口を通過できず、電子ビーム EB 1、EB 2 が遮断される。

#### 【0046】

次に、図 9 を参照しながら図 3 に示す電子ビーム露光装置の制御システムの構成を説明する。BA 制御回路 1 1 1 は、ブランカーアレイ BA のブランキング電極の on/off を個別に制御する制御回路、LAU 制御回路 1 1 2 は、レンズアレイユニット LAU の電子光学特性（焦点距離）を制御する制御回路である。

#### 【0047】

D\_STIG 制御回路 1 1 3 は、ダイナミックスティグコイル 5 0 8 を制御して縮小電子光学系 5 0 4 の非点収差を制御する制御回路、D\_FOCUS 制御回路 1 1 4 は、ダイナミックフォーカスコイル 5 0 7 を制御して縮小電子光学系 5 0 4 のフォー



カスを制御する制御回路、偏向制御回路 115 は、偏向器 506 を制御する制御回路、光学特性制御回路 516 は、縮小電子光学系 504 の光学特性（倍率、歪曲、回転収差、光軸等）を調整する制御回路である。

#### 【0048】

ステージ駆動制御回路 117 は、 $\theta$ -Z ステージ 509 の駆動を制御し、かつ XY ステージ 10 の位置を検出するレーザ干渉計 LIM と共同して XY ステージ 510 の駆動を制御する制御回路である。

#### 【0049】

制御系 120 は、描画すべきパターンの情報が記憶されたメモリ 121 から読み出されるデータに基づいて、上記複数の制御回路を制御する。制御系 120 は、インターフェース 122 を介して電子ビーム露光装置全体をコントロールする CPU 123 によって制御されている。

#### 【0050】

図 9 を参照しながら本実施形態の電子ビーム露光装置の露光動作を説明する。制御系 120 は、メモリ 121 から提供される露光制御データに基づいて、偏向制御回路 115 に命じて、偏向器 506 によって、複数の電子ビームを偏向させるとともに、BA 制御回路 111 に命じて、ウエハ 505 に描画すべきパターンに応じてブランカーアレイ BA のブランキング電極を個別に on/off させる。この時、XY ステージ 511 は y 方向に連続移動しており、XY ステージ 511 の移動に複数の電子ビームが追従するように、偏向器 506 によって複数の電子ビームを偏向させる。そして、各電子ビームは、図 10 に示すように、ウエハ 505 上の対応する要素露光領域 (EF) を走査露光する。各電子ビームの要素露光領域 (EF) は、2 次元に隣接するように設定されているので、その結果、同時に露光される複数の要素露光領域 (EF) で構成されるサブフィールド (SF) が露光される。

#### 【0051】

制御系 120 は、1 つのサブフィールド (SF1) の露光が終了した後に、次のサブフィールド (SF2) を露光する為に、偏向制御回路 115 に命じて、偏向器 506 によって、ステージ走査方向 (y 方向) と直交する方向 (x 方向) に複数の電子ビームを偏向させる。この時、偏向によってサブフィールドが変わることによ

り、各電子ビームが縮小電子光学系 504 を介して縮小投影される際の収差も変わる。そこで、制御系 120 は、LAU 制御回路 112、D-STIG 制御回路 113、及び D-FOCUS 制御回路 114 に命じて、その変化した収差を補正するように、レンズアレイユニット LAU、ダイナミックスティグコイル 508、及びダイナミックフォーカスコイル 507 を調整する。そして、再度、前述したように、各電子ビームで対応する要素露光領域 (EF) を露光することにより、サブフィールド 2 (SF2) を露光する。

#### 【0052】

このような方法で、図 10 に示すように、サブフィールド (SF1~SF6) を順次露光する。その結果、ウエハ 505 上において、ステージ走査方向 (y 方向) と直交する方向 (x 方向) に並ぶサブフィールド (SF1~SF6) で構成されるメインフィールド (MF) が露光される。

#### 【0053】

制御系 120 は、図 10 に示すメインフィールド 1 (MF1) を露光後、偏向制御回路 115 に命じて、順次、ステージ走査方向 (y 方向) に並ぶメインフィールド (MF2、MF3、MF4...) に複数の電子ビームを偏向させると共に露光する。これにより、図 10 に示すように、メインフィールド (MF2、MF3、MF4...) で構成されるストライプ (STRIPE1) にパターンが描画される。そして、制御系 120 は、XY ステージ 510 を x 方向にステップさせ、次のストライプ (STRIPE2) を露光する。

#### 【0054】

次に、上記の電子ビーム露光装置を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。

#### 【0055】

図 11 は、微小デバイス (IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等) の製造のフローを示す図である。ステップ 1 (回路設計) では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ 2 (露光制御データ作成) では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作成する。一方、ステップ 3 (ウエハ製造) ではシリコン等の材料を用いて

ウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意した露光制御データが入力された露光装置とウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

#### 【0056】

図12は、図11のウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によって回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

#### 【0057】

本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを低コストに製造することができる。

#### 【0058】

##### 〔第2の実施の形態〕

この実施の形態は、第1の実施の形態における連結部2として、固体部材と、該固体部材と上部電極基板及び下部電極基板とを接着する接着剤とを採用した具体例を提供する。図13は、本発明の第2の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を模式的に示す断面図である。

**【0059】**

このマルチ荷電ビームレンズ600は、第1の実施の形態と同様に、3枚の電極基板1a、1b、1cを絶縁体5を介して配置した構造を有する。3枚の電極基板1a、1b、1cには、それぞれ組立用の溝（位置決め部）4a、4b、4cが形成されており、これらの溝4a、4b、4c間に絶縁体5を配置することにより、3枚の電極基板1a、1b、1cが互いに位置決めされる。上部電極基板1a、中間電極基板1b、下部電極基板1cのうち上部電極基板1aと下部電極基板1cとに同一電位が与えられる。中間電極基板1bには、図13に示すように、典型的には、上部電極基板1a及び下部電極基板1cの電位に対して負の電位が与えられる。

**【0060】**

この実施の形態では、マルチ荷電ビームレンズ600は、同一電位が与えられる上部電極基板1aと下部電極基板1cとが、接着剤2aを介して固体部材2bによって連結されることにより組み立てられている。同一の電位が与えられる上部電極基板1a、下部電極基板1bを連結部（接着剤2a、固体部材2b）によって連結することにより、電極基板電極1a～1cを組み立てるための部材における絶縁破壊の問題を解決することができる。

**【0061】**

次に、図13に示すマルチ荷電ビームレンズ600の作製方法を説明する。まず、電極基板1a、1b、1cの作製方法については、第1の実施の形態として図2を参照しながら説明した方法と同様である。

**【0062】**

電極基板1a、1b、1cの組立は、次のように実施されうる。まず、上部電極基板1aの溝4aと中間電極基板1bの溝4bとの間、及び、中間電極基板1bの溝4bと下部電極基板1cの溝4cとの間にそれぞれ絶縁体5を配置する。その後、同一電位が与えられる上部電極1aと下部電極1cとを、接着剤2aを介して固体部材2bによって連結する。

**【0063】**

図13に示すマルチ荷電ビームレンズ600では、第1の実施の形態と同様に

、上部電極基板 1 a 及び下部電極基板 1 c が設置され、中間電極基板 1 b に負電圧が印加されることにより、電子ビーム等の荷電ビームに対するレンズ作用を得ることができる。ここで、連結部としての接着剤 2 a 及び固体部材 2 b として導電性材料を採用した場合は、上部電極基板 1 a 及び下部電極基板 1 c のいずれか一方にのみ導線を接続すればよいので、配線が簡略化されうる。

#### 【0064】

このように、固体部材 2 b を使用して上部電極基板 1 a と下部電極基板 1 c とを連結することにより、両基板 1 a、1 b の間隔が大きい場合（例えば、接着剤のみによる接着が困難な程度に大きい場合）においても、容易に両基板 1 a、1 b を連結することができる。

#### 【0065】

図 1 3 は、3 枚の電極基板でマルチ荷電ビームレンズを構成した例であるが、電極基板の枚数は、3 枚に限られるものではなく、他の枚数であってもよい。図 1 4 は、このような変形例としての、それぞれ開口 3 a ~ 3 e 及び溝 4 a ~ 4 e が形成された 5 枚の電極基板 1 a ~ 1 e で構成されたマルチ荷電ビームレンズの一例を示す図である。図 1 4 に示すマルチ荷電ビームレンズ 7 0 0 では、上部電極基板 1 a と下部電極基板 1 e とが接着剤 2 a を介して固体部材 2 b によって連結され、上部電極基板 1 a と下部電極基板 1 e との間に配置される他の電極基板 1 b、1 c、1 d は、上部電極基板 1 a 及び下部電極基板 1 e 並びに接着剤 2 a 及び固体部材 2 b に接着しないように配置されている。また、5 枚の電極基板 1 a ~ 1 e は、それらにそれぞれ形成された溝 4 a ~ 4 e の間に絶縁体 5 を配置することにより互いに位置決めされている。

#### 【0066】

ここで例示的に説明したマルチ荷電ビームレンズも、第 1 の実施の形態と同様に、図 3 に例示的に示す電子ビーム露光装置のような荷電ビーム露光装置に適用することができ、そのような荷電ビーム露光装置は半導体デバイス等のデバイスの製造に好適である。

#### 【0067】

[第 3 の実施の形態]

この実施の形態は、3枚以上の電極基板を連結部材で連結した具体例を提供する。図15は、本発明の第3の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を模式的に示す断面図である。図15に示すマルチ荷電ビームレンズ800は、それぞれ開口3a～3e及び溝4a～4eが形成された5枚の第1～第5電極基板1a～1eで構成される。ここで、図15に示すように、第1電極（上部電極）1a、第3電極1c、第5電極（下部電極）1eには、同一電位が与えられ、第2電極1b、第4電極1dには、第1電極（上部電極）1a、第3電極1c、第5電極（下部電極）1eの電位に対して負の電位が与えられる。なお、第2電極1b及び第4電極1dに与えられる電位は、同一の電位であってよいし、互いに異なる電位であってもよい。

#### 【0068】

図15に示すマルチ荷電ビームレンズ800は、図1に示すようなマルチ荷電ビームレンズ100を2重に重ねた構造と等価な機能を有する。

#### 【0069】

同一電位が与えられる第1電極（上部電極）1a、第3電極1c、第5電極（下部電極）1eは、接着剤2aを介して固体部材2bによって連結されている。ここで、このような連結方法に代えて、接着剤のみを連結部として使用する構造を採用することもできる。同一の電位が与えられる第1電極（上部電極）1a、第3電極1c、第5電極（下部電極）1eを連結部によって連結することにより、第1～第5電極1a～1eを組み立てるための部材における絶縁破壊の問題を解決することができる。

#### 【0070】

次に、図15に示すマルチ荷電ビームレンズ800の作製方法を説明する。まず、電極基板1a～1eの作製方法については、第1の実施の形態として図2を参照しながら説明した方法と同様である。

#### 【0071】

電極基板1a～1eの組立は、次のように実施されうる。まず、第1基板1aの溝4aと第2電極基板1bの溝4bとの間、第2電極基板1bの溝4bと第3電極基板1cの溝4cとの間、第3基板1cの溝4cと第4電極基板1dの溝4

dとの間、第4電極基板1dの溝4dと第5電極基板1eの溝4eとの間にそれぞれ絶縁体5を配置する。その後、同一電位が与えられうる第1電極1a、第3電極1c、第5電極1eとを、接着剤2aを介して固体部材2bによって連結する。

#### 【0072】

図15に示すマルチ荷電ビームレンズ800では、第1電極1a、第3電極1c、第5電極1eが接地され、第2電極1b、第4電極1dに負電圧が印加されることにより、電子ビーム等の荷電ビームに対するレンズ作用を得ることができる。ここで、連結部としての接着剤2a及び固体部材2bとして導電性材料を採用した場合は、第1電極1a、第3電極1c、第5電極1eのいずれか1つのみ導線を接続すればよいので、配線が簡略化されうる。

#### 【0073】

ここでは、2段構造のマルチ荷電ビームレンズの構成を例示的に説明したが、構造の繰返し数を増やすことができることは自明であり、3断以上の構造を有するマルチ荷電ビームレンズを作製することもできる。

#### 【0074】

また、この実施の形態では、1段のマルチ荷電ビームレンズが3枚の電極基板で構成される例（ただし、断間で電極基板が共用されている）を説明したが、1段のマルチ荷電ビームレンズは、3枚以外の電極基板で構成されてもよい。

#### 【0075】

ここで例示的に説明したマルチ荷電ビームレンズも、第1の実施の形態と同様に、図3に例示的に示す電子ビーム露光装置のような荷電ビーム露光装置に適用することができ、そのような荷電ビーム露光装置は半導体デバイス等のデバイスの製造に好適である。

#### 【0076】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、例えば、複数枚の電極基板を組み立てるための部材における絶縁破壊の問題を解決することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明の第 1 の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を説明する図である。

**【図 2】**

マルチ荷電ビームレンズを構成する各電極基板の作製方法を説明する図である。

**【図 3】**

マルチ荷電ビーム露光装置の構成を示す図である。

**【図 4】**

要素電子光学系アレイの詳細を説明する図である。

**【図 5】**

図 4 のブランカーアレイ (B A) の詳細を説明する図である。

**【図 6】**

図 4 の第 1 電子レンズアレイ (L A 1) 及び第 3 電子レンズアレイ (L A 3) の詳細を説明する図である。

**【図 7】**

図 4 の第 2 電子レンズアレイ (L A 2) 及び第 4 電子レンズアレイ (L A 4) の詳細を説明する図である。

**【図 8】**

電子ビームが要素電子光学系アレイ 503 の要素電子光学系から受ける作用を説明する図である。

**【図 9】**

図 3 に示すマルチ荷電ビーム露光装置の制御システムの構成を説明する図である。

**【図 10】**

図 3 に示すマルチ荷電ビーム露光装置による露光方式を説明する図である。

**【図 11】**

微小デバイスの製造フローを説明する図である。

**【図 12】**



図 1 1 のウエハスプロセスの詳細を説明する図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を説明する図である。

【図 1 4】

本発明の第 2 の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を説明する図である。

【図 1 5】

本発明の第 3 の実施の形態のマルチ荷電ビームレンズの構造を説明する図である。

【図 1 6】

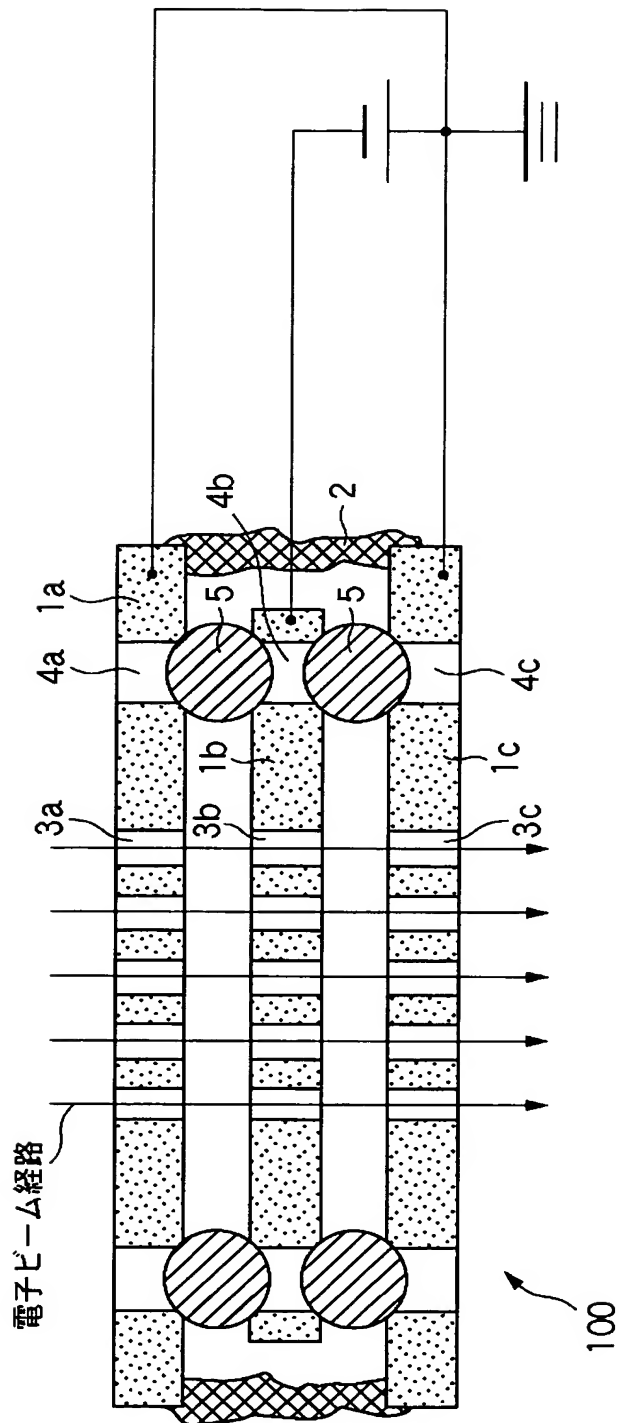
従来の荷電ビームレンズを説明する図である。

【符号の説明】

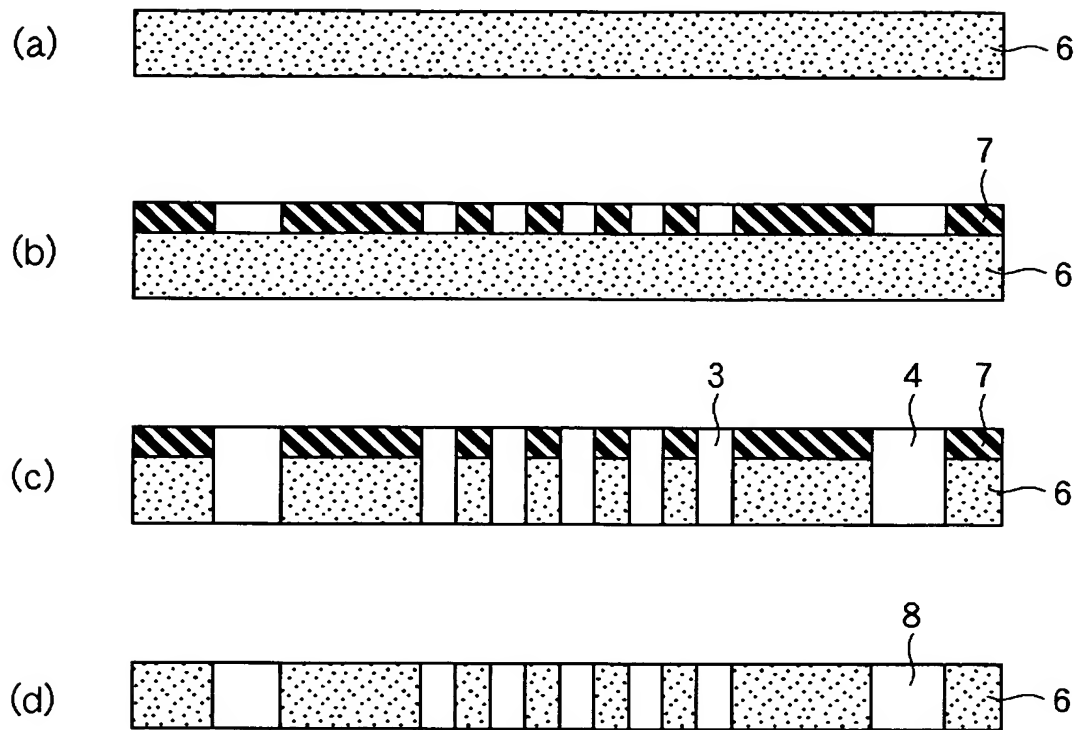
- 1 a ~ 1 e 電極基板
- 2 連結部（接着剤等）
  - 2 a 接着剤
  - 2 b 固体部材
- 3 a ~ 3 e レンズ開口
- 4 a ~ 4 e 組立用の溝
- 5 絶縁体
- 6 シリコンウエハ
- 7 マスク
- 8 導電体膜

【書類名】 図面

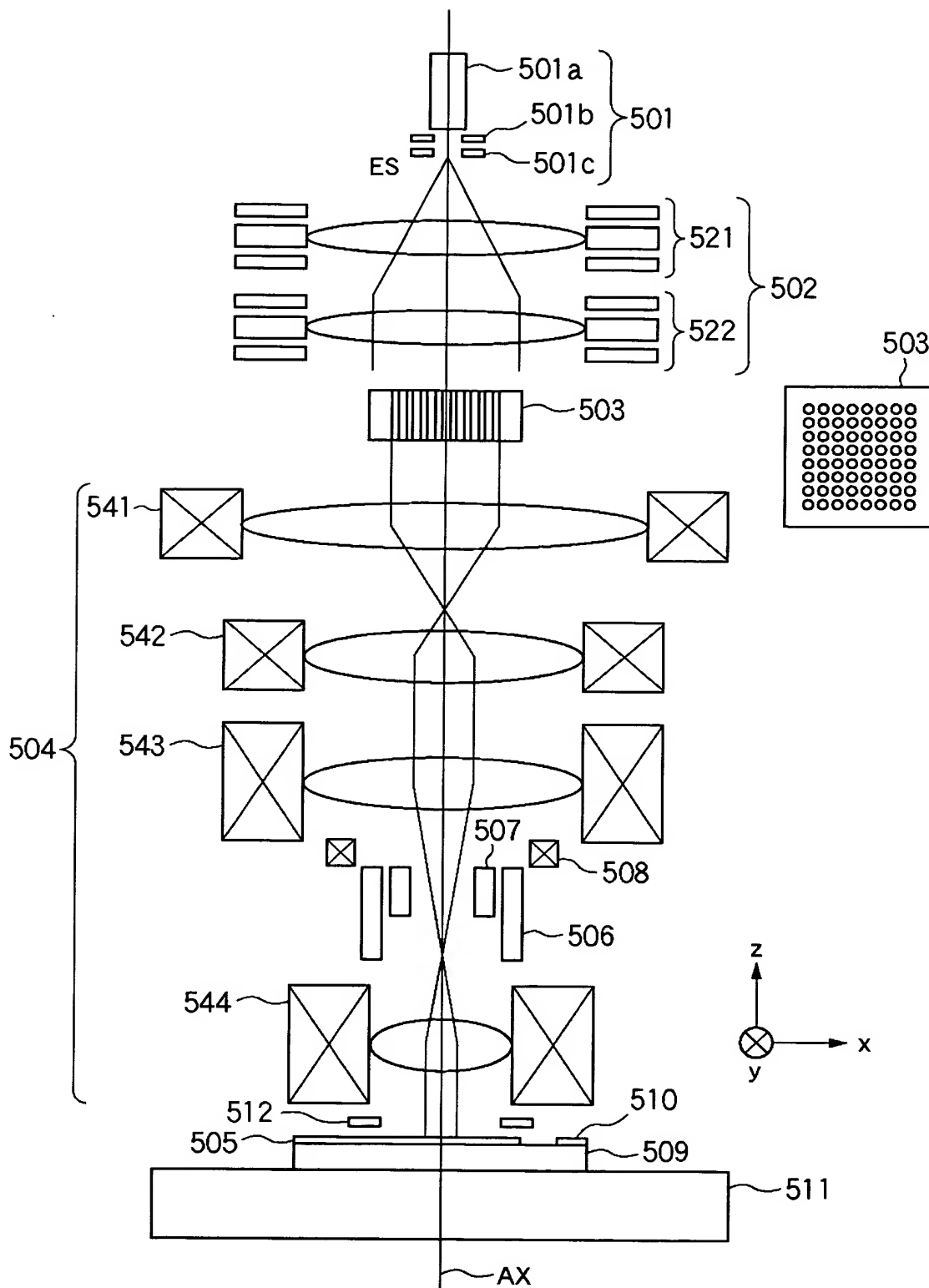
【図 1】



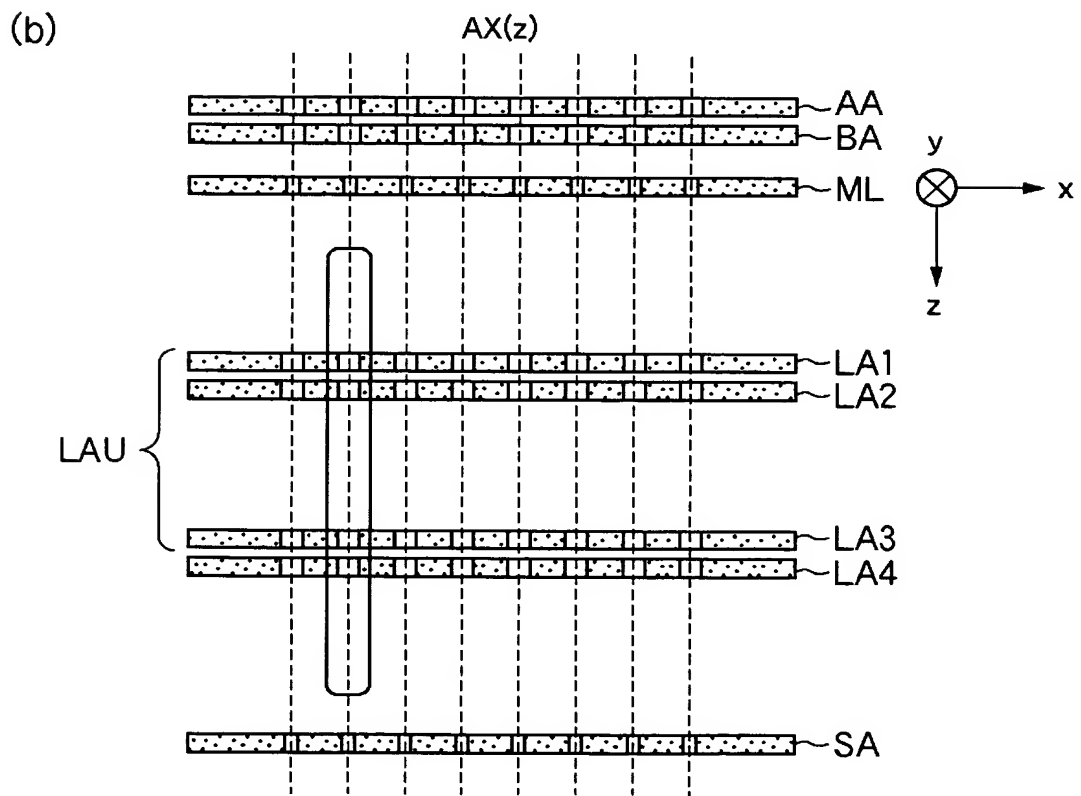
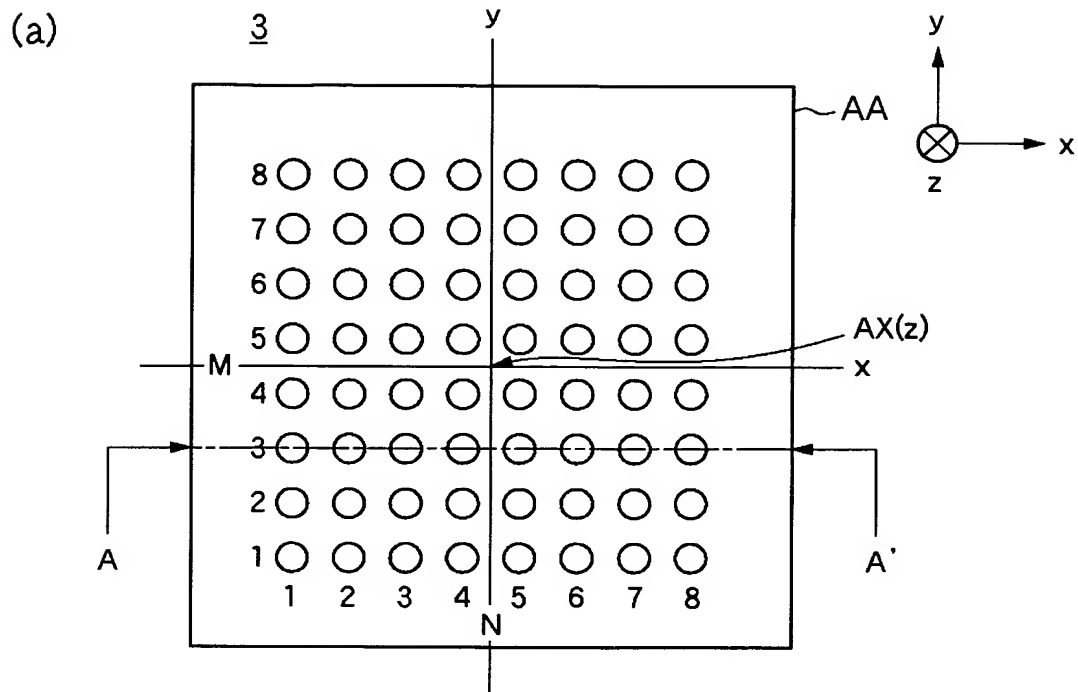
【図 2】



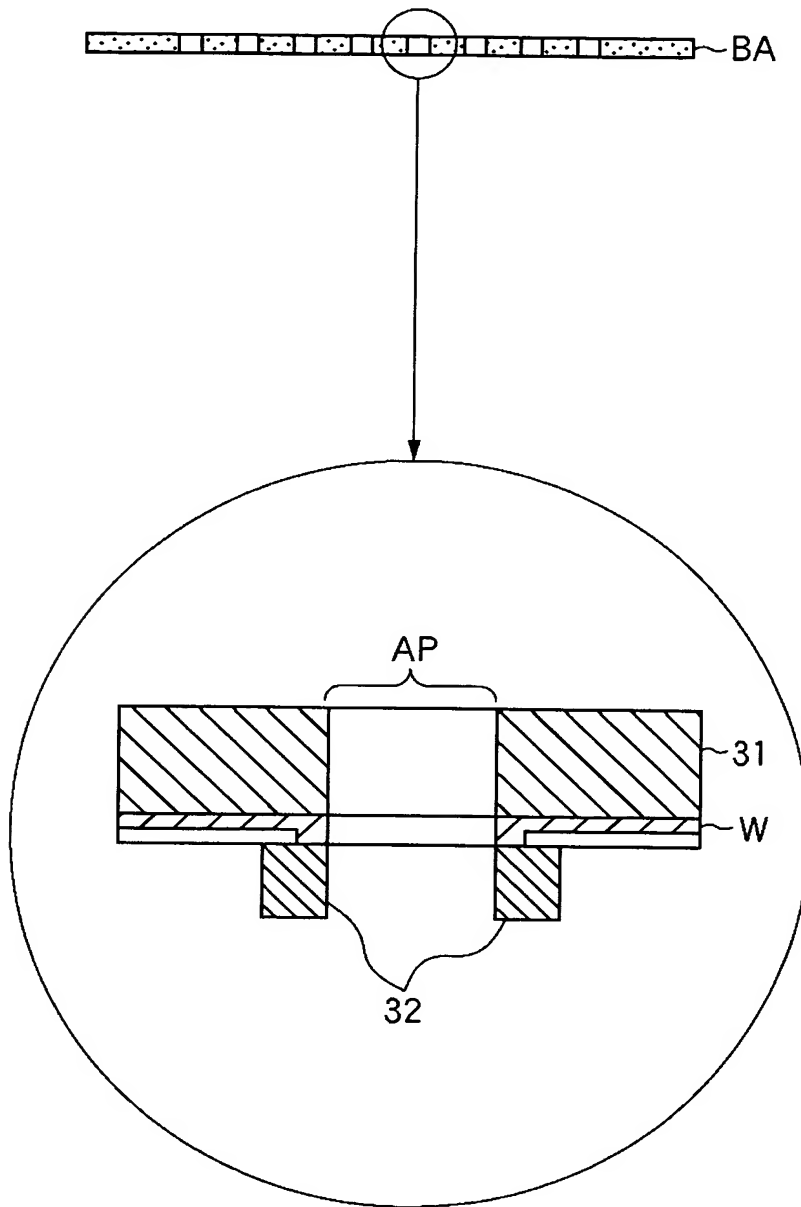
【図 3】



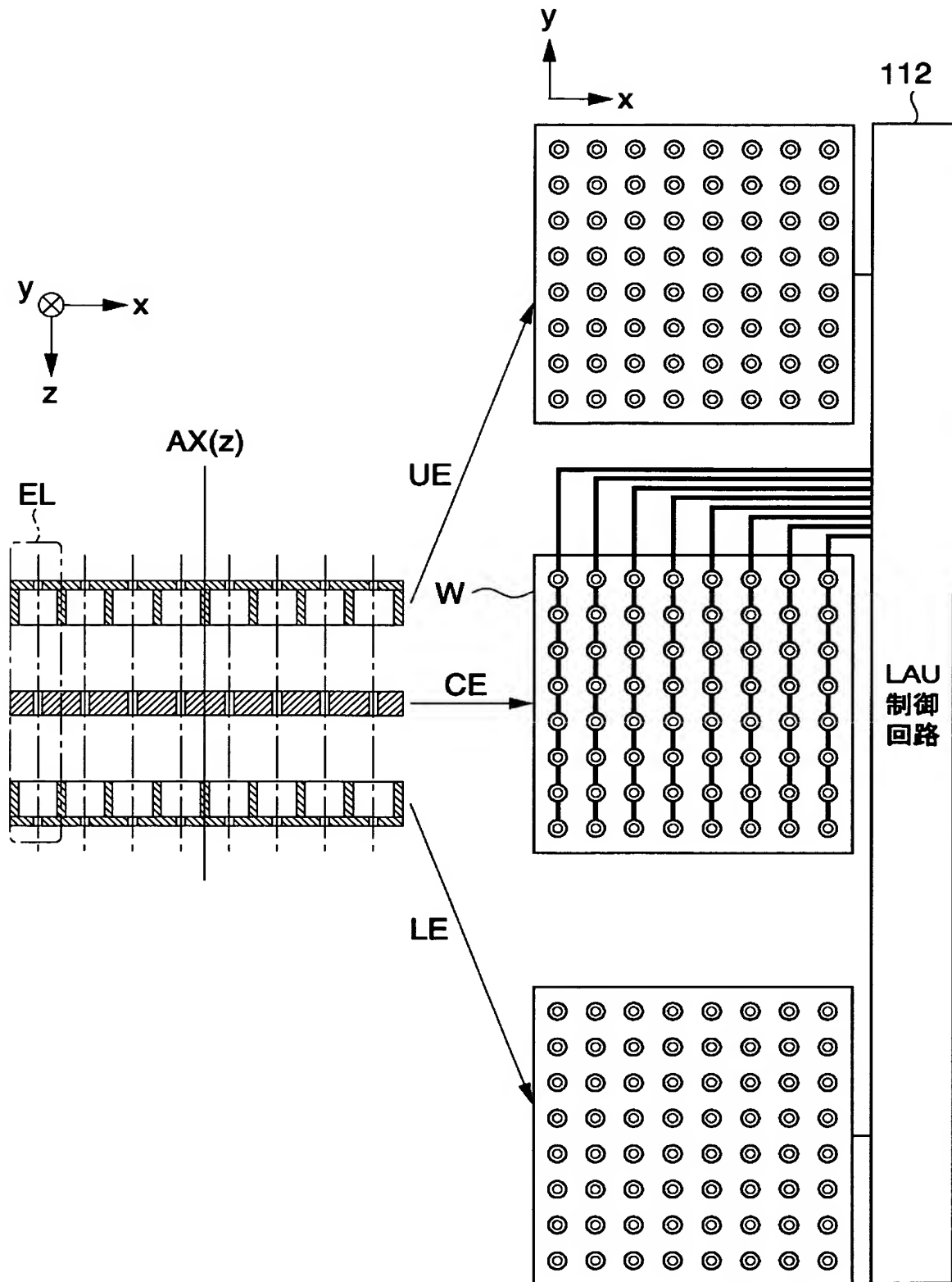
【図 4】



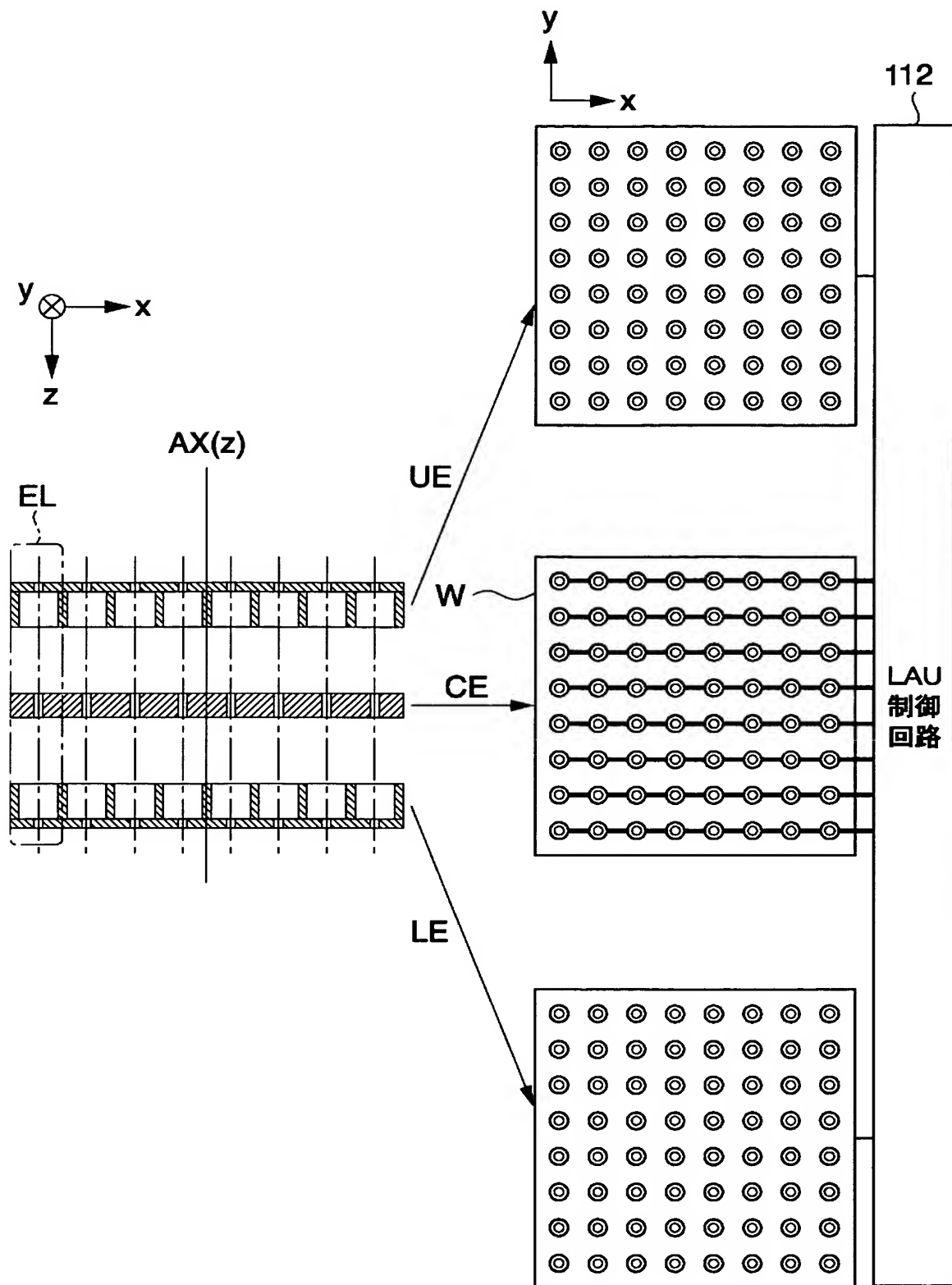
【図 5】



【図 6】

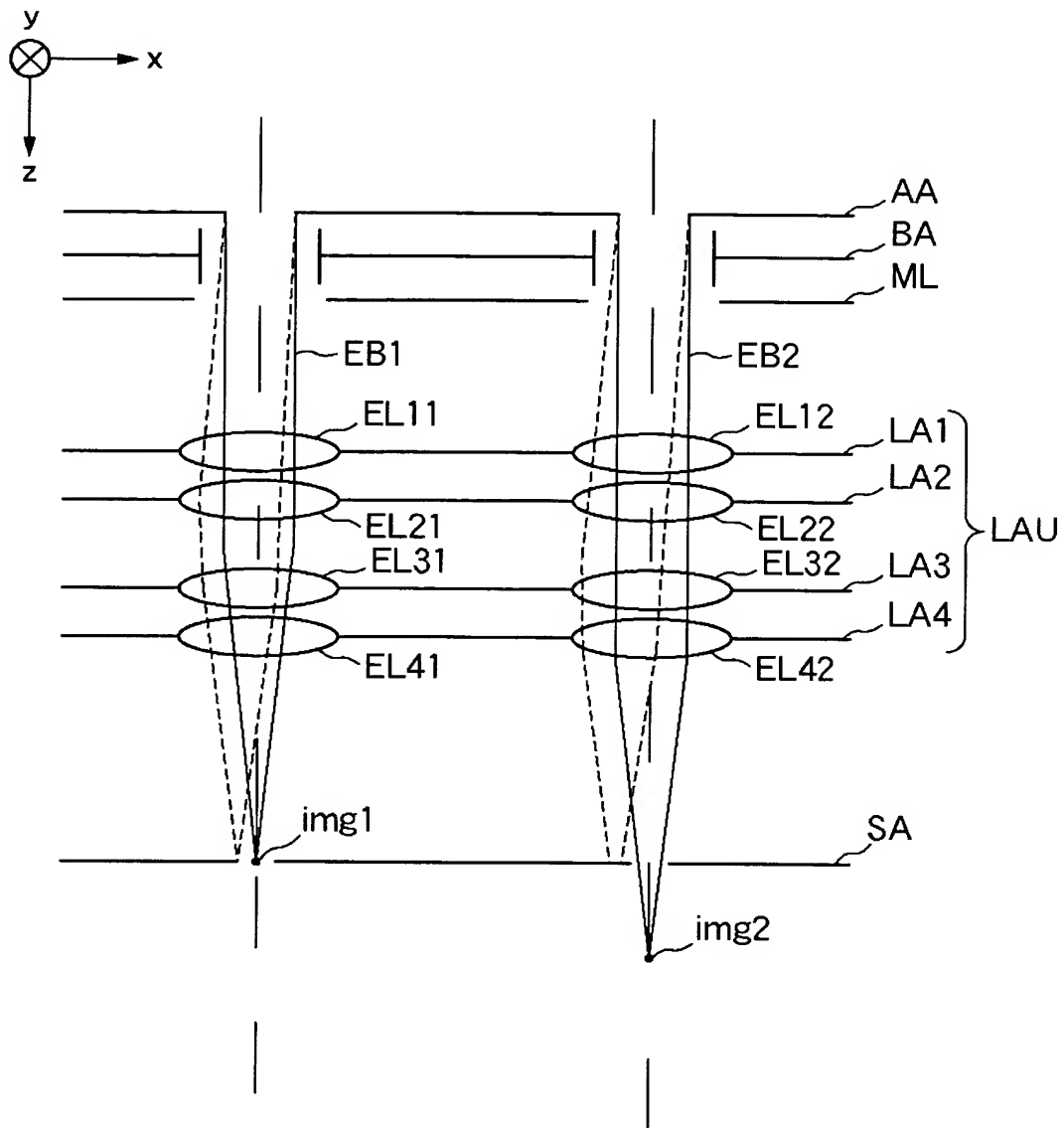


【図 7】

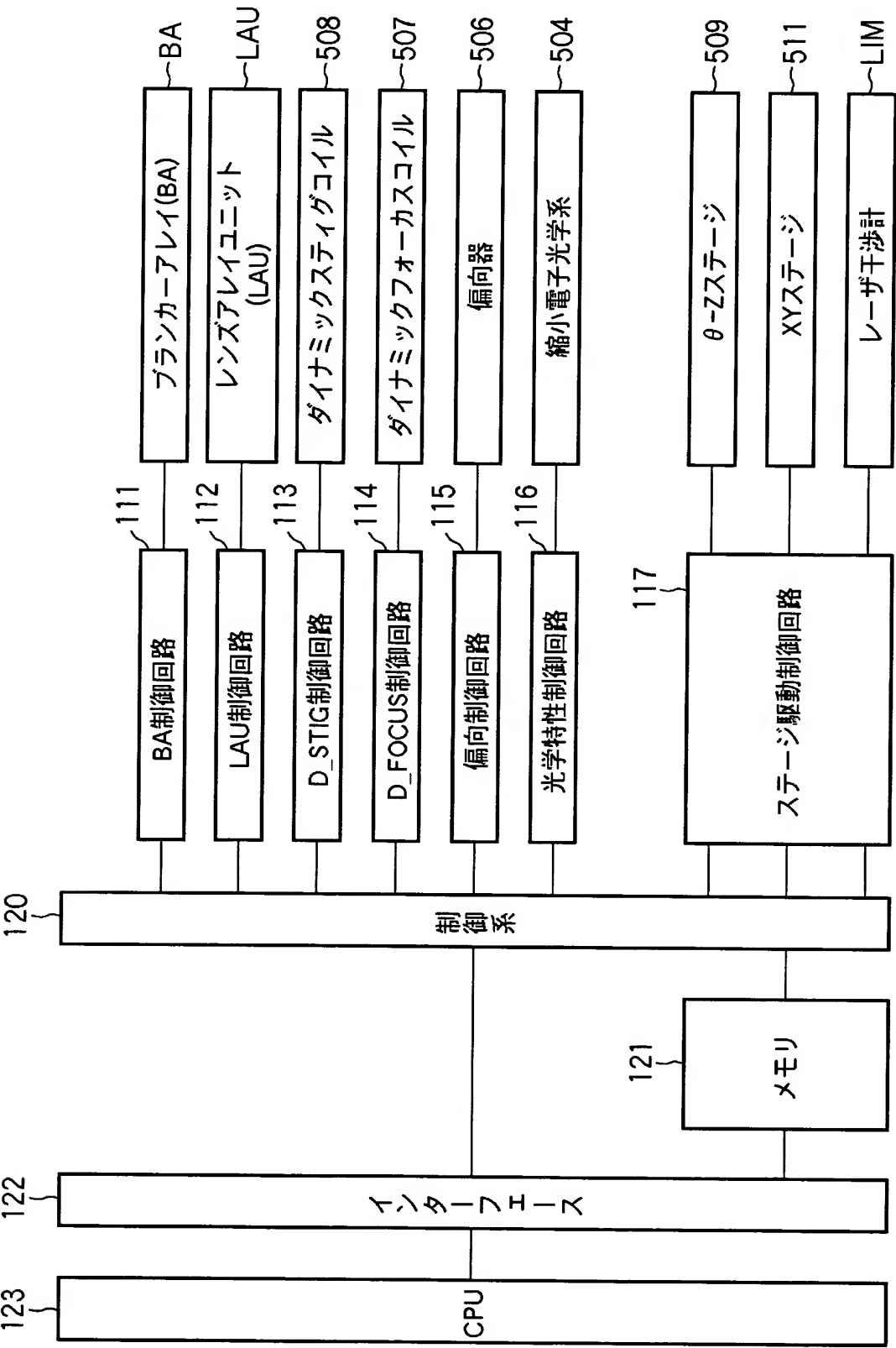




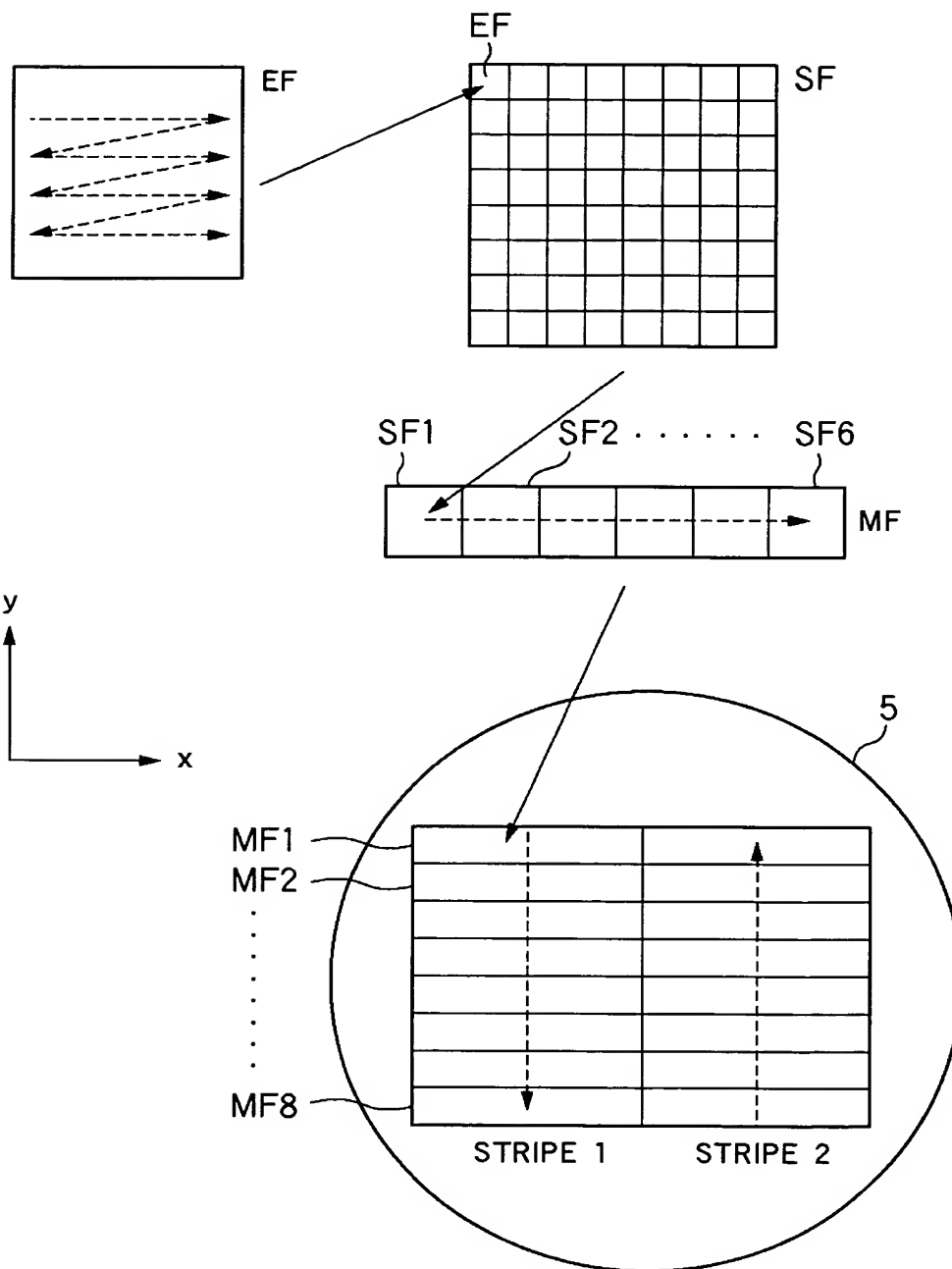
【図 8】



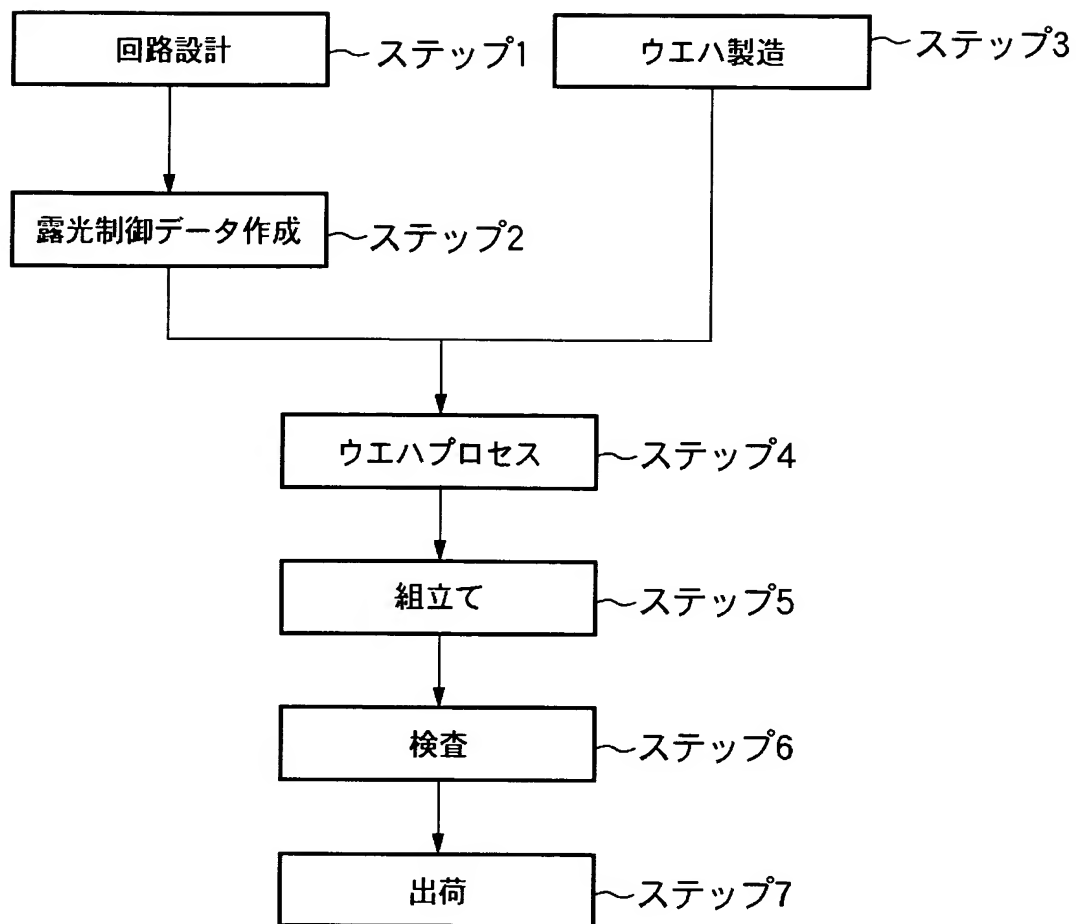
【図 9】



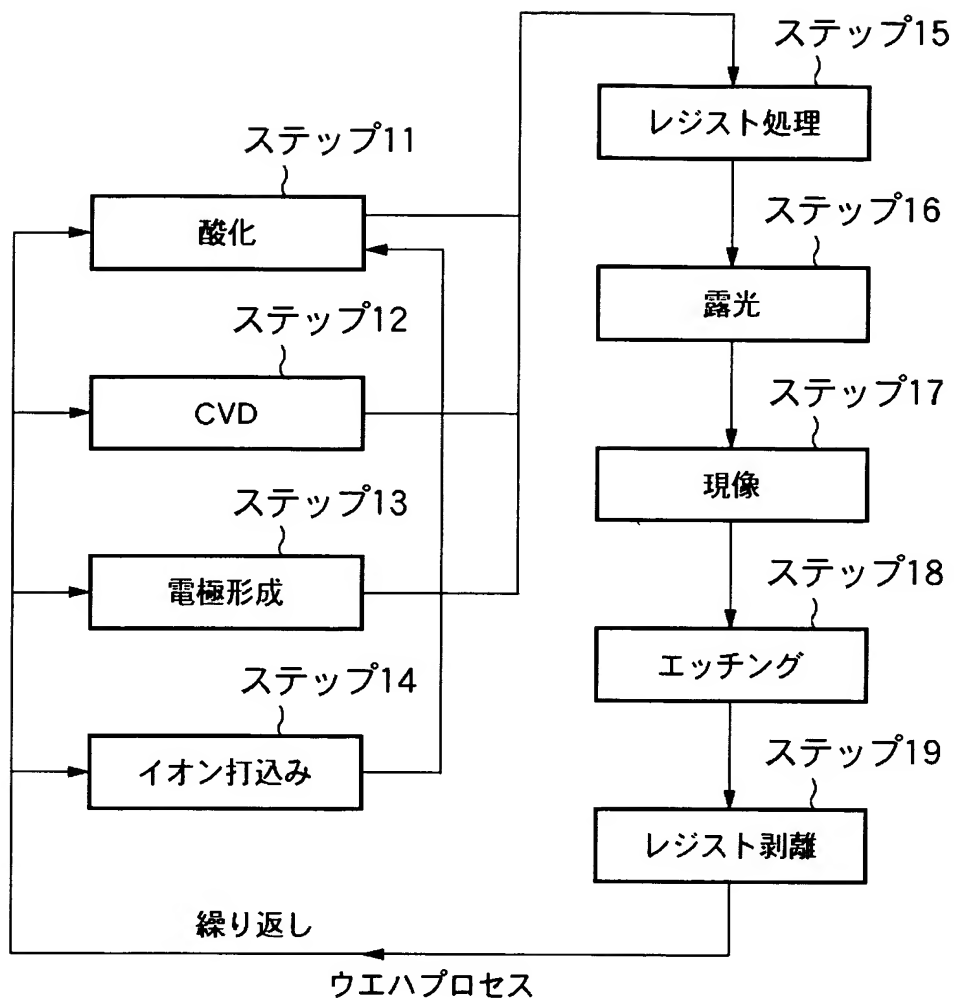
【図 10】



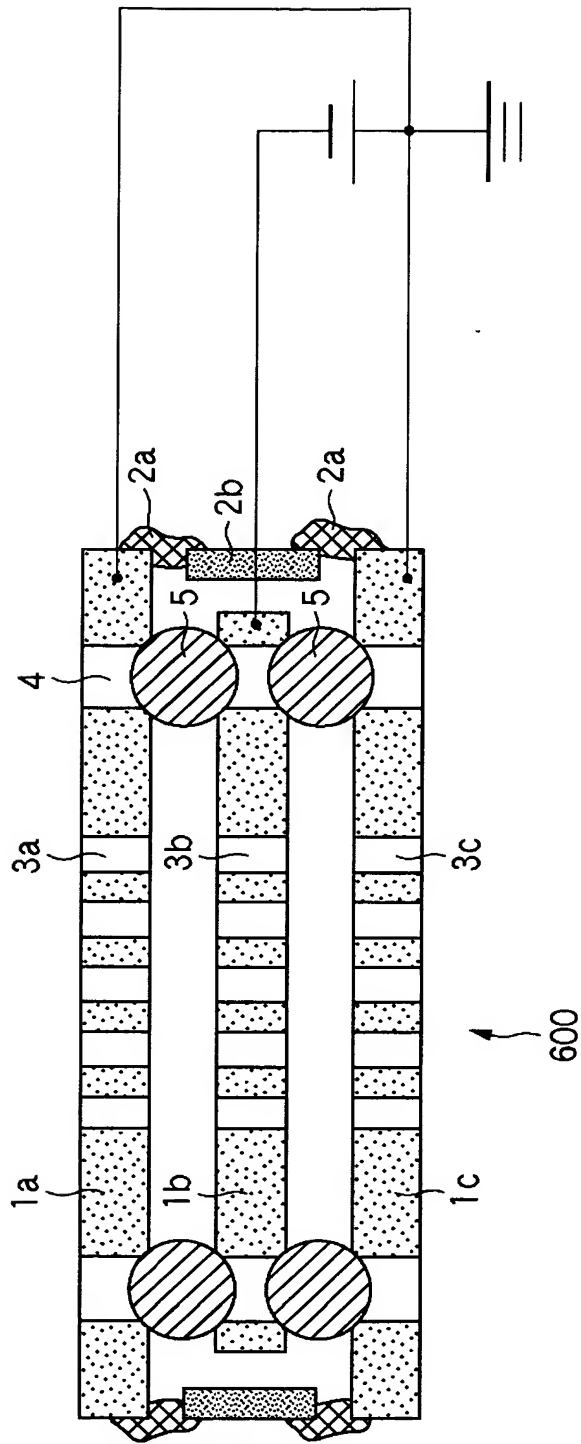
【図 11】



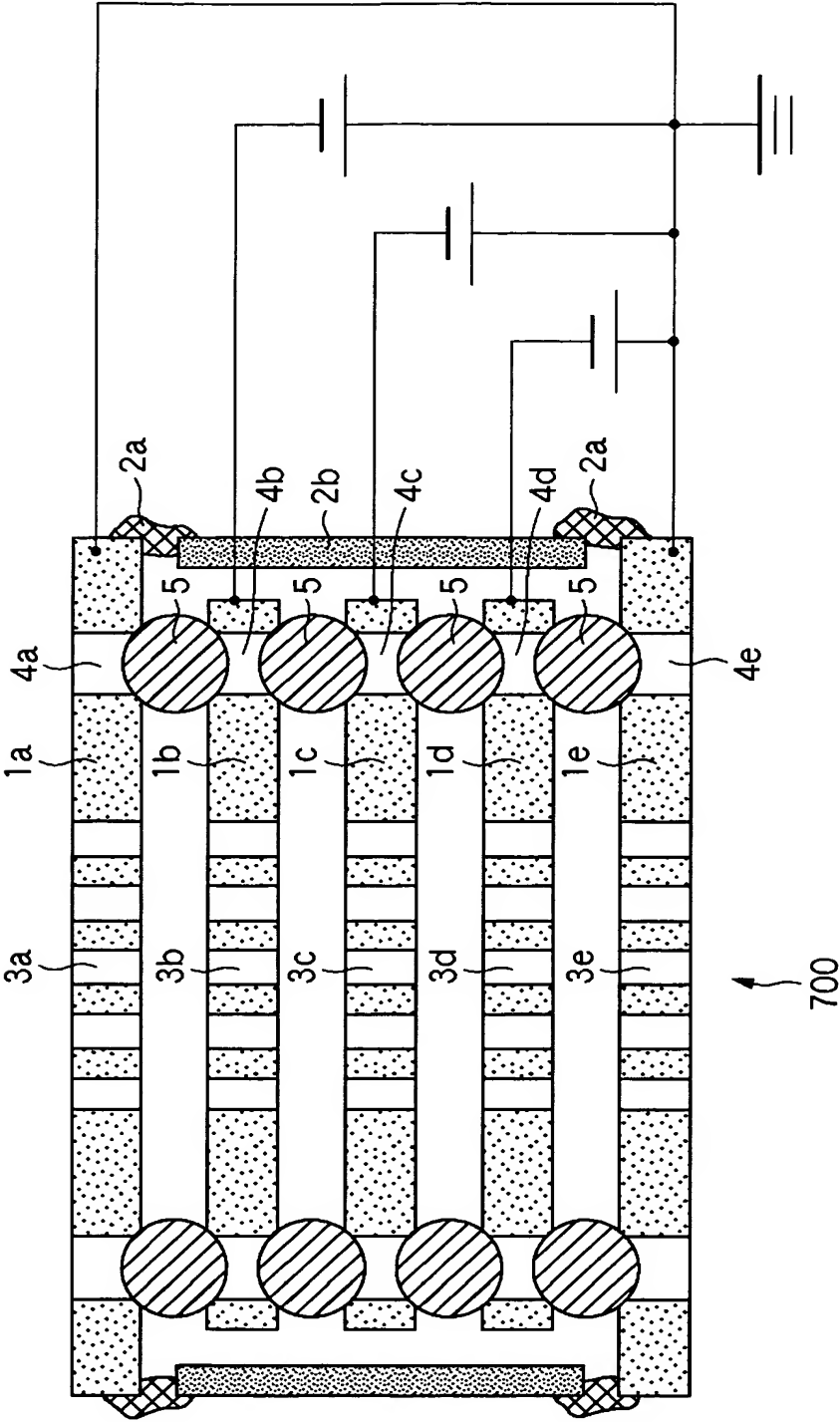
【図 12】



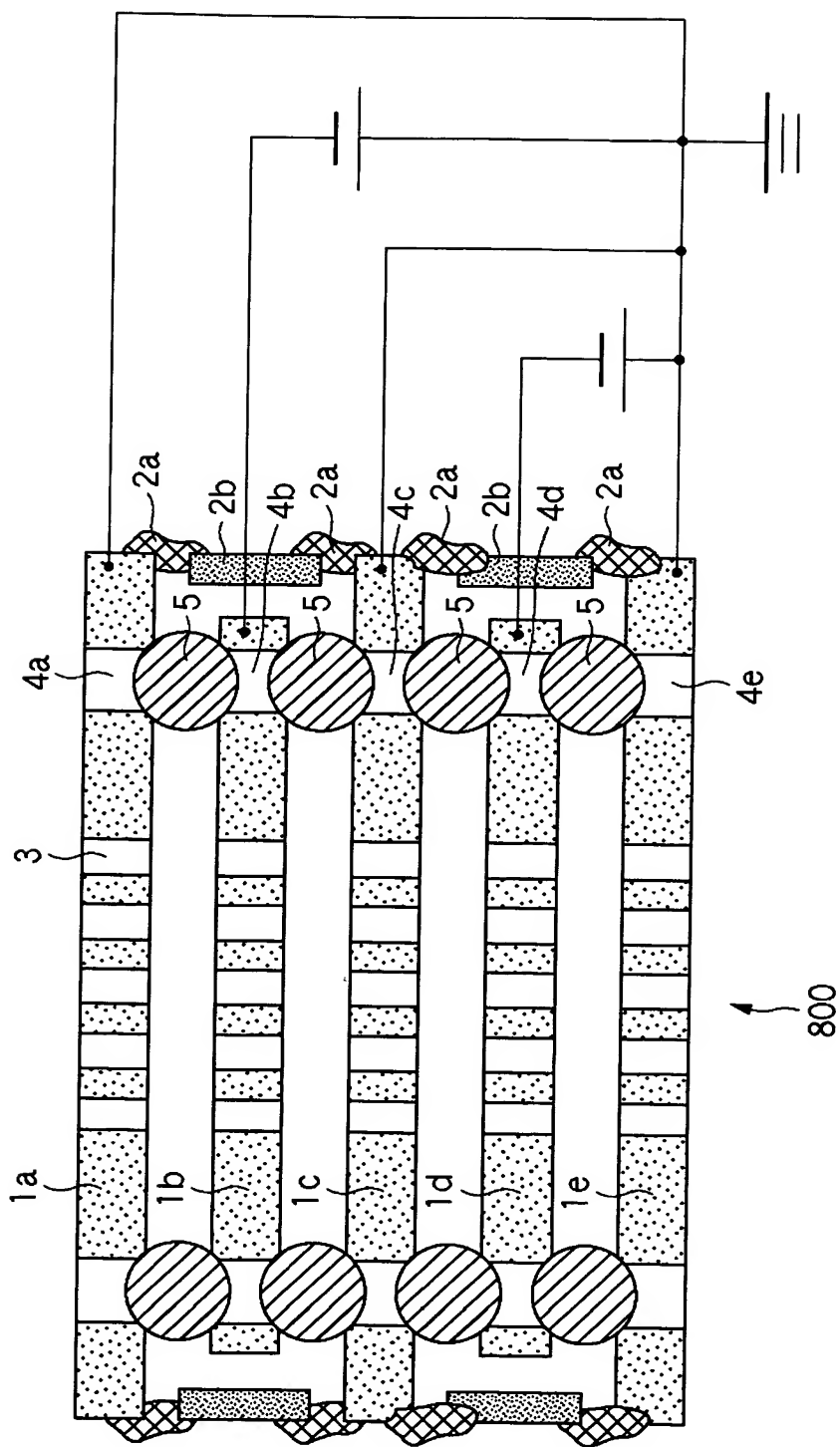
【図 13】



【図 14】

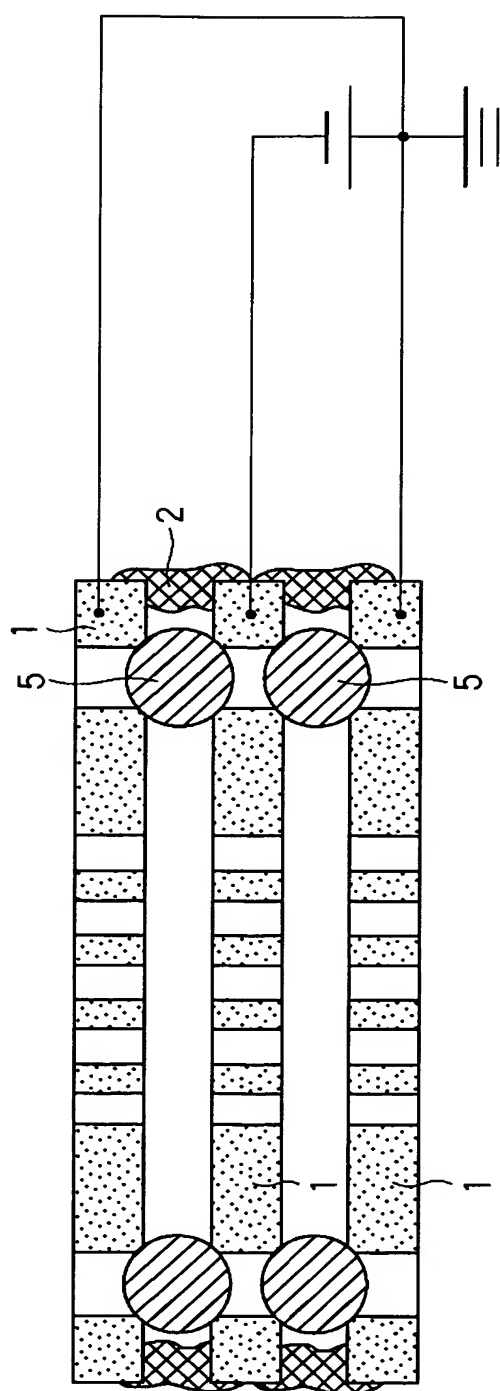


【図 15】





【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】複数枚の電極基板を組み立てるための部材における絶縁破壊の問題を解決する。

【解決手段】3枚の電極基板1 a、1 b、1 cを絶縁体5を介して配置し、同一電位（共通電位）が与えられる上部電極1 aと下部電極1 cとを接着剤等の連結部2によって連結する。他の電位が与えられる中間電極1 bは、連結部2に接触しないように配置される。連結部2には電位差が印加されないので、絶縁破壊の問題がない。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 0 2 2 0 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社



特願 2 0 0 3 - 0 2 2 0 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所

特願 2 0 0 3 - 0 2 2 0 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 5 1 7 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト